

# ESTUDIO DE NIVELES DE HIDROCARBUROS POLICICLICOS AROMATICOS DISPERSOS/DISUELTOS SUPERFICIALES EN LA BAHIA DE CONCON

## STUDY OF THE POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS DISSOLVED AND OR DISPERSED IN THE CONCON BAY

---

*Christian Bonert y Rebeca Dori6n*

### RESUMEN

Se describe el contenido y distribuci6n superficial de hidrocarburos policiclicos aromáticos (HPA) dispersos y/o disueltos en el área de la bahía de Conc6n.

En su mayoría, los resultados se ubicaron en un rango de concentraci6n comprendido entre 0,10 y 2,34 µg/l, caracterizando el área como una zona poco contaminada. Se observa un aporte significativo de hidrocarburos policiclicos aromáticos a la bahía a través del río Aconcagua.

Se estima una influencia de las corrientes de marea en la distribuci6n superficial de los HPA y un desplazamiento de estos compuestos orgánicos hacia la bahía de Valparaíso.

*Palabras claves: Hidrocarburos, bahía Conc6n, contaminaci6n.*

### ABSTRACT

The contents and surface distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) dissolved/dispersed in Concon Bay is described.

Concon Bay is characterized as a low pollution area. Most of the results indicate a concentration rate between 0.10 and 2.33 µg chrysene equivalents/l. A significant supply to the bay of polycyclic aromatic hydrocarbons through Aconcagua river is observed.

The influence of tidal currents on the surface distribution of PAH and a displacement of this organic compound toward the Valparaiso bay is estimated.

*Key words: Hydrocarbons, Concon Bay, pollution.*

## I. INTRODUCCION

En la categoría de los contaminantes "críticos" del medio marino, los hidrocarburos ocupan un lugar preponderante (GESAMP, 1976). Este criterio se ha visto reforzado en los últimos años por el aumento del empleo, transporte y producci6n de recursos energéticos fósiles, con el consiguiente peligro de vertimientos.

La presencia de estos compuestos en el mar está asociada generalmente a accidentes de buques-tanque, transportes de petróleo,

derrames durante faenas de carga o descarga de combustibles e infiltraciones naturales, entre otros.

Sin embargo, la mayor parte de la contaminaci6n del mar tiene su origen en tierra y generalmente atraviesa primero la zona costera (Waldichuk, 1977). Una estimaci6n de la existencia de hidrocarburos en el medio ambiente marino, indica que una cantidad considerable de este contaminante corresponde al aporte de escurrimiento fluvial y urbano (31%) (NAS, 1975). Este mismo estudio seña-

la que un 3% del total tiene su origen en la descarga de desechos de refinerías costeras.

Los hidrocarburos vertidos al mar están sujetos a una serie de procesos biogeoquímicos que disminuyen su concentración en el agua, tales como la evaporación y sedimentación, o los descompone, en el caso de la oxidación y degradación microbiana. Parte de los hidrocarburos permanecen en el agua, ya sea como conglomerados de alquitrán, manchas superficiales de aceite e hidrocarburos dispersos y/o disueltos. Estos últimos son de interés desde un punto de vista ecológico y sanitario, especialmente si se trata de HPA, por sus efectos perjudiciales sobre el ecosistema y la salud humana (COI, 1986).

Las áreas costeras próximas a desembocaduras de ríos, están sometidas a un permanente riesgo de contaminación por hidrocarburos del petróleo, más aún si en su cercanía se ubican otras fuentes potenciales de aporte de estos compuestos al mar.

Teniendo en consideración tales antecedentes y en atención a que en la bahía de Concón desemboca un río y en sus cercanías se ubica una refinería de petróleo, se escogió esa bahía como zona de investigación a fin de hacer una evaluación cuantitativa de los hidrocarburos policíclicos aromáticos disueltos y/o dispersos en agua de mar y su distribución superficial.

## AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio corresponde a la bahía de Concón y se encuentra ubicada entre el islote La Isla y punta Concón (aproximadamente 32°55' Lat. Sur y 71°32' Long. Oeste) (Figura 1). La bahía es abierta hacia el norte y está constituida en el área oriental de la ensenada por la playa Concón, que tiene su límite sur en punta Blanca. Aproximadamente a media milla al oriente de esos roqueríos, desemboca el río Aconcagua. El volumen promedio transportado diariamente por este afluente, para el período de muestreo (junio-agosto) es de ca., 3.416.256 m<sup>3</sup> (Dirección General de Aguas V Región-Valparaíso, comunicación personal). Al sur del río se integra el área urbana de Concón, caracterizada principalmente por una actividad industrial petrolera. En el área costera comprendida entre punta Blanca y el límite sur de la bahía de Concón se ubican algunos balnearios, además de un molo de abrigo y atraque destinado a embarcaciones deportivas pertenecien-

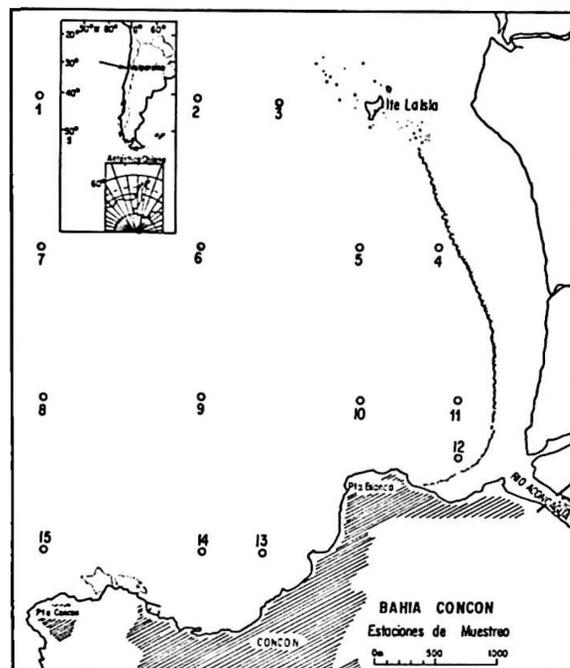


Figura 1. Posición de las estaciones de muestreo.

tes al Club de Yates Viña del Mar, lo que la caracteriza como una zona turística.

De acuerdo con la batimetría de la carta IHA N° 426, la bahía presenta una topografía submarina caracterizada por una entidad morfológica suave, situada entre el límite norte del área estudiada y la desembocadura del río Aconcagua, cuyo aporte de sedimentos contribuye a dicho rasgo topográfico; este tipo de pendiente se manifiesta en rompientes alejadas de la línea de costa. Más al sur, entre punta Blanca y punta Concón, el lecho marino posee una morfología más fuerte, caracterizada principalmente por roqueríos y pequeñas playas de arena. Batimétricamente la bahía es baja, con una profundidad promedio del orden de los 14 metros.

El régimen de marea en la bahía presenta características de "marea mixta", con una onda de marea con período aproximado de 12 horas y diferentes alturas en plea y bajar (IHA, 1988).

En la bahía de Concón convergen dos sistemas potenciales de aporte de hidrocarburos: i) el río Aconcagua, por procesos de escurrimiento fluvial y recepción de descargas industriales, y ii) un emisario submarino de una refinería de petróleo que se introduce 800 m mar afuera.

## METODOS

La obtención de muestras de agua de mar para determinar el nivel de hidrocarburos policíclicos aromáticos de la bahía de Concón, se realizó los días 28 de junio y 1º de agosto de 1988.

En cada salida se consideraron 15 estaciones de muestreo distribuidas en forma de cuadrículas, cubriendo un área aproximada de 12 km<sup>2</sup> (Figura 1).

Las muestras fueron obtenidas desde superficie hasta 1 m de profundidad, con botellas de vidrio de 2,5 l de capacidad, montadas en un cesto metálico.

Por otra parte, el 29 de agosto de 1988 se tomaron muestras de agua de la orilla del río Aconcagua en tres estaciones ubicadas en su desembocadura, a 500 y 1.000 m al interior, respectivamente.

El contenido de HPA de todas las muestras fue extraído mediante n-hexano, utilizando embudos de separación, concentrándose posteriormente el extracto en un rotaevaporador a 55°C.

La medición de los HPA se efectuó por el método fluorimétrico (COI, 1984), utilizando un espectrofotofluorímetro Shimadzu, modelo RF-540, comparando la luminiscencia de las muestras excitadas a 310 nm con la emisión fijada a 360 nm, contra una escala patrón de criseno. El resultado fue expresado en microgramos equivalentes de criseno por litro de agua de mar (µg/l).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos del muestreo efectuado el día 28 de julio en la bahía de Concón. La concentración de HPA presenta un valor promedio de 0,48 µg/l. Estos valores permiten determinar una zona de baja concentración de hidrocarburos en el sector norte (islote La Isla), la cual se prolonga por la costa hasta la proximidad de la desembocadura del río Aconcagua.

Al sur de la bahía, y distante de la costa, se detecta una zona relativamente alta en contenido de HPA, presentando valores superiores a 2,00 µg/l. La Figura 2 muestra la distribución superficial de la concentración de estos compuestos.

La Tabla 2 presenta los valores de las muestras obtenidas en la segunda salida, con una concentración promedio de 1,26 µg/l. En esta oportunidad, las concentraciones fueron, en general, más altas que en la salida anterior (Figura 3), manteniéndose los valo-

**Tabla 1**  
Concentración de hidrocarburos disueltos y/o dispersos en agua de mar de la bahía de Concón (28/06/88)

Estación	µg/l Eq. Criseno
1	0,10
2	0,16
3	0,16
4	0,27
5	0,10
6	0,32
7	0,41
8	1,16
9	2,02
10	0,38
11	0,14
12	0,32
13	0,23
14	0,16
15	1,27
Promedio = 0,48	

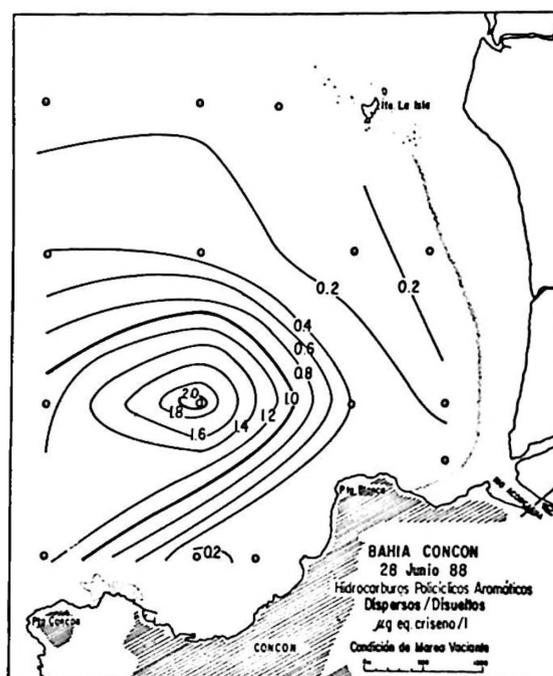


Figura 2. Distribución superficial de hidrocarburos policíclicos aromáticos en agua de mar, 1ª salida.

res bajos al norte de la bahía. Sin embargo, no se aprecia la intrusión caracterizada en la primera oportunidad frente a la playa de Concón. Se observa en esta segunda salida

**Tabla 2**  
**Concentración de hidrocarburos disueltos**  
**y/o dispersos en agua de mar de**  
**la bahía de Concón**  
**(01/08/88)**

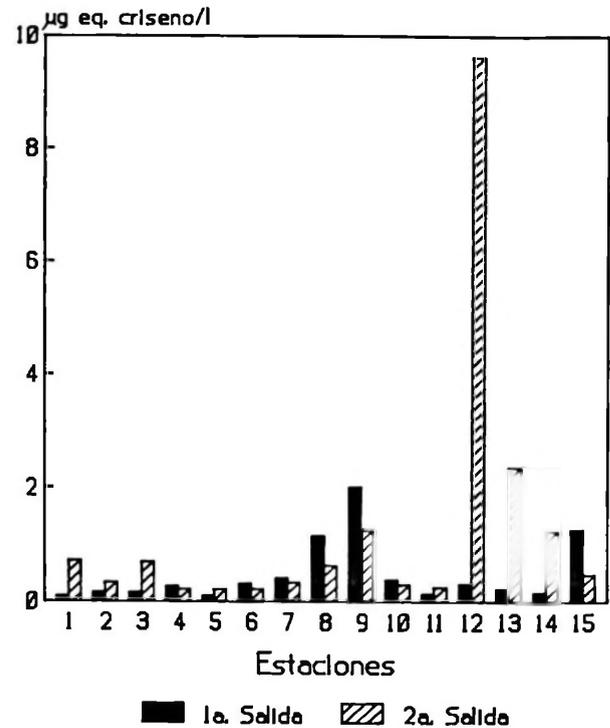
Estación	$\mu\text{g/l}$ Eq. Criseno
1	0,72
2	0,34
3	0,70
4	0,22
5	0,22
6	0,22
7	0,34
8	0,64
9	1,26
10	0,30
11	0,26
12	9,64
13	2,36
14	1,24
15	0,48
Promedio= 1,26	

un desplazamiento de la zona de alta concentración hacia el sur de la bahía (Figura 4).

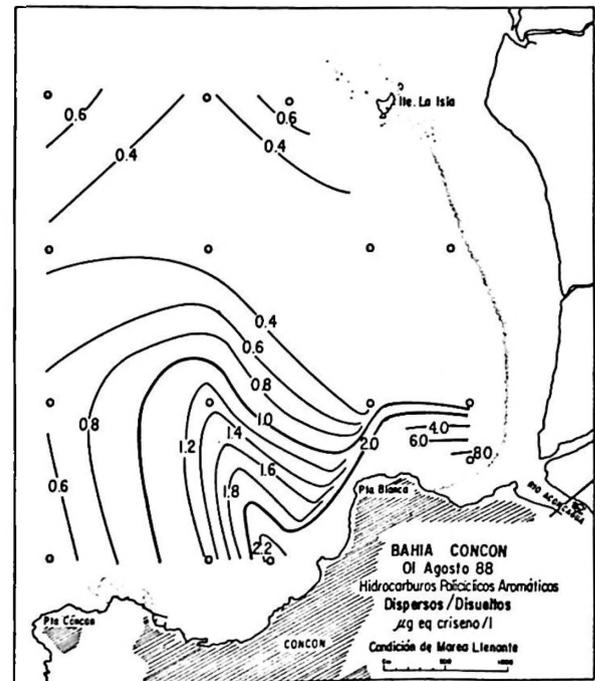
En general, se observa que los valores obtenidos en ambas oportunidades no sobrepasan los  $2,5 \mu\text{g/l}$ , agrupándose la mayoría de éstos en un intervalo de  $0,0$  a  $0,5 \mu\text{g/l}$ . En la segunda etapa, el valor determinado en la estación 12, ubicada frente a la desembocadura del río Aconcagua, es el único que difiere del resto de las estaciones en varias magnitudes ( $9,64 \mu\text{g/l}$ ).

Estos resultados concuerdan con lo observado en un estudio sobre el nivel de estos compuestos, efectuado durante un período de 18 meses en esta misma área (IHA, inédito). En dicho estudio, se determinó el valor de  $1,50 \mu\text{g/l}$  como nivel máximo para aguas no contaminadas, basado en los resultados obtenidos en una estación testigo. En base a este nivel, se puede deducir que en general la bahía de Concón presenta características de un área no contaminada, con excepción de dos estaciones que superan levemente este valor (estaciones 9 y 13) y de la estación 12 antes mencionada, cuya concentración supera en un 540% dicho nivel.

Cabe destacar que esa investigación permitió apreciar una clara influencia del río en el aporte de HPA a la bahía de Concón, observándose valores promedio más altos en la zona próxima a la desembocadura, dismi-



**Figura 3. Concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos determinados en agua de mar de la bahía de Concón.**



**Figura 4. Distribución superficial de hidrocarburos policíclicos aromáticos en agua de mar, 2ª salida.**

nuyendo paulatinamente en puntos más distantes (Figura 5). Esta situación se confirma al observar las altas concentraciones de HPA en las muestras obtenidas desde la orilla del río (Tabla 3).

Al comparar los resultados obtenidos con otros estudios efectuados para determinar la concentración de HPA en áreas de alto riesgo de contaminación, como lo es la bahía de Quintero (IHA, 1987a y 1987b), se observa para esa zona concentraciones promedio más bajas (0,14 y 0,13 µg/l) que las determinadas en la bahía de Concón (Figura 6). Esta diferencia se debe probablemente al hecho de que la bahía de Concón está sometida a un constante vertimiento de HPA, transportados principalmente por el río Aconcagua, lo cual no ocurre en la bahía de Quintero, cuyo

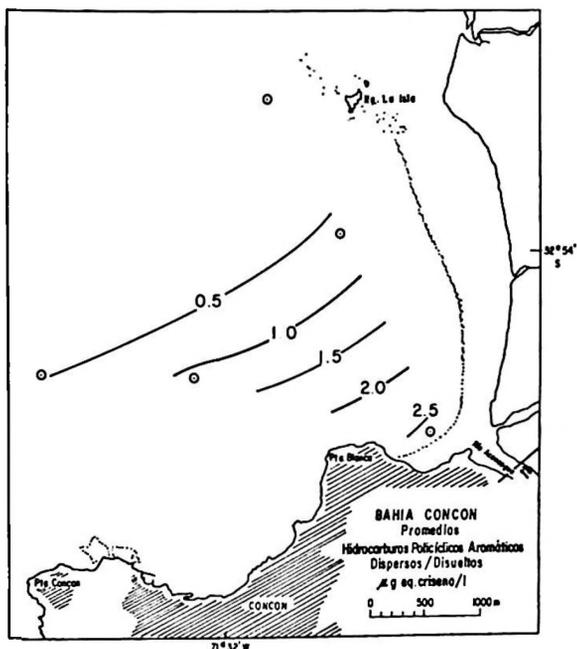


Figura 5. Distribución superficial promedio de hidrocarburos policíclicos aromáticos en agua de mar.

Tabla 3  
Concentración de hidrocarburos disueltos y/o dispersos en el río Aconcagua (29/08/88)

Estación	µg/l Eq. Criseno
Boca	5,70
500 m desembocadura	14,70
1.000 m desembocadura	0,90

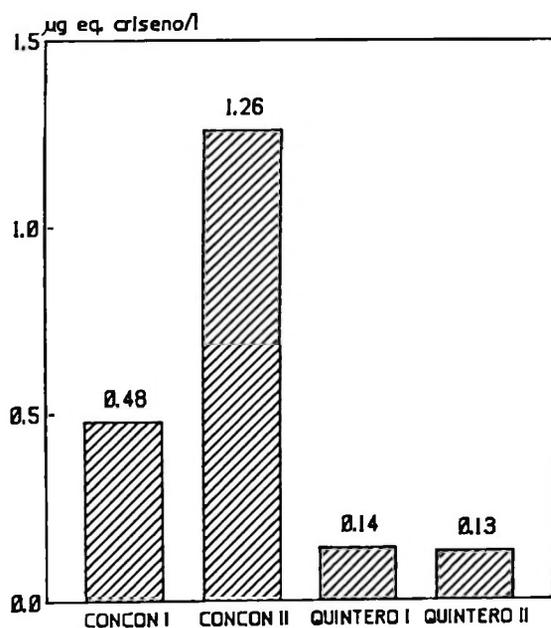


Figura 6. Promedio de hidrocarburos policíclicos aromáticos en agua de mar de la bahía de Concón y bahía de Quintero.

riesgo de contaminación se limita a posibles pérdidas ocasionales en los terminales petroleros o industrias del área.

Los cambios en la distribución de HPA en la bahía de Concón están sujetos principalmente al régimen de circulación. Al no contar con mediciones de correntometría, sólo fue posible analizar dicho régimen de circulación en base a las corrientes de marea. Las condiciones de marea de la bahía de Concón fueron estimadas en base a los datos de la Tabla de Marea para el Puerto de Valparaíso (IHA, 1988).

La toma de muestras en la primera salida se efectuó en condición de marea vaciante. Dado que el río Aconcagua vierte a la bahía aguas con alto contenido de HPA, una circulación hacia el suroeste en el área de estudio derivaría en el desplazamiento de sustancias en esa dirección. Esta situación se reflejaría en la alta concentración de HPA dispersos/disueltos detectados en esa zona de la bahía (Figura 2).

La segunda etapa se realizó en condición de marea llenante. Utilizando el raciocinio anterior, una circulación hacia el sureste desplazaría los hidrocarburos superficialmente hacia la costa sur de la bahía y hacia la desembocadura del río, lo que explica la zona de

alta concentración descrita anteriormente (Figura 3).

Este desplazamiento de aguas conlleva una menor entrada de sustancias transportadas por el río hacia la bahía, con un aumento de la concentración de hidrocarburos en la desembocadura. De esta manera, el alto contenido de HPA disueltos/dispersos detectado durante la segunda salida en la estación 12, ubicada frente a la desembocadura, podría explicarse como una acumulación de estos compuestos debido a la baja dispersión producida en condición de marea llenante.

En ambas etapas se detectó un desplazamiento de HPA hacia el sur, lo que podría indicar un aporte de estos compuestos a la bahía de Valparaíso. Ello concuerda con observaciones de baja salinidad en la zona norte de dicha bahía atribuidas al aporte de las aguas del río Aconcagua (Fonseca e Hickmann, 1978).

## CONCLUSIONES

La concentración de HPA en la bahía de Concón se caracterizó por un rango comprendido entre 0,10 y 2,34  $\mu\text{g/l}$ , definiéndola como una zona poco contaminada. Sólo una muestra superó este rango, presentando una concentración de 9,64  $\mu\text{g/l}$ .

Se estima un aporte significativo de HPA hacia la bahía de Concón, a través del río Aconcagua. La muestra tomada frente a la desembocadura, durante la segunda etapa, presenta una concentración similar a las muestras tomadas desde la ribera del afluente.

Siendo ambas áreas de características similares en cuanto a riesgo de contaminación por hidrocarburos de petróleo, la bahía de Concón muestra una concentración promedio de HPA más alta que la bahía de Quintero. La diferencia en los niveles se debe probablemente al aporte constante de HPA a través del río Aconcagua y/o a descargas industriales directas de la refinería de petróleo ubicada en las inmediaciones de la bahía.

Referente a la distribución superficial de los HPA en la bahía de Concón, en condiciones de marea llenante, se produciría un desplazamiento de estos compuestos hacia el

sureste; en vaciante este desplazamiento cambiaría hacia el suroeste. En ambas condiciones de marea se produciría un desplazamiento de estos compuestos orgánicos hacia el sur, con el posible aporte de HPA a la bahía de Valparaíso.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dirección y a la Jefatura del Departamento de Oceanografía del Instituto Hidrográfico de la Armada, por el apoyo otorgado al presente estudio.

Nuestros agradecimientos a los señores Hernán Vergara C. y Nelson Silva S., por la revisión crítica del manuscrito y al Sr. Rauí Estrada A., por su colaboración en la toma de muestras.

## LITERATURA CITADA

- COI. 1984. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos o dispersos en el agua del mar y en las playas. Manuales y Guías N° 13. UNESCO.
- COI. 1986. Workshop on the Biological Effects of Pollutants. W.R. N° 53. UNESCO.
- FONSECA, R.I., y V. HICKMANN. 1978. Contribución al conocimiento de las condiciones oceanográficas de la bahía de Valparaíso. *Inv. Mar.* 6(5): 73-86.
- GESAMP. 1976. Review of harmful substances. Rep. Stud. GESAMP (2). United Nations, New York. 80.
- IHA. 1985. Carta N° 426 "Bahía de Concón". escala 1:10.000, 1ª edición.
- IHA. 1987(a). Evaluación del contenido de hidrocarburos en organismos, sedimentos de arena y agua de mar en la bahía de Quintero. Informe inédito.
- IHA. 1987(b). Contenido de hidrocarburos de petróleo en sedimentos de arena, agua de mar y organismos en la bahía de Quintero. Informe inédito.
- IHA. 1988. Tablas de Marea de la Costa de Chile. IHA Pub. 3009.
- IHA. (inédito). Niveles base de contaminación en la bahía de Valparaíso y bahía de Concón.
- NAS. 1975. Petroleum in the marine environment. Workshop on inputs, fates and the effects of petroleum in the marine environment, Oirlie, Virginia. Ocean Affairs Board, Commission on Natural Resources, National Research Council, National Academy of Sciences, Washington, D.C. 107.
- WALDICHUK, M. 1977. La contaminación mundial del mar: Una recapitulación. COI. Colección Técnica N° 18, UNESCO.